This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Bromeis, C.

Ueber äufsere und innere Verhältnisse der gasreichen Thermen zu Nauheim.

553.7
B868

BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

J.C. Braumer

Ueber

äufsere und innere Verhältnisse

der

gasreichen Thermen zu Nauheim.

Dissertation,

welche mit Genehmigung der philosophischen Facultät
zu Marburg zur Erlangung der

venia docendi

einreicht

Dr. *Conrad Bromeis*
aus Hanau.

CAPITOL LIBRARY

Marburg, 1851.

U.C. Berkeley

5537
B865

676009

Der grofse Reichthum an Quellen und namentlich an kohlensäurehaltigen Mineralquellen, welcher die fruchtbare Ebene der Wetterau auszeichnet, steht mit den geognostischen Verhältnissen ihrer nächsten Umgebung in unverkennbarem Zusammenhang. Das rheinische Schiefergebirge, welches die Wetterau in der Richtung von Nordost nach Südwest begrenzt, fällt in seiner Schichtstellung steil nach der Ebene ab und führt nach dieser Seite hin zwar nur kleine, aber doch zahlreiche Bäche und Flüfschen der Mainebene zu, wie die Usa, den Erlenbach u. s. w.; während auf der entgegengesetzten Abdachung verhältnifsmäfsig eine grofse Trockenheit herrscht; denn die Kleebach, der Solmsbach und die Weil sind die einzigen Flüfschen, welche dieser Theil des Taunus der Lahn zusendet. Es hat hiernach den Anschein, als ob der gröfste Theil des atmosphärischen Niederschlags auf den Kluft- und Schichtflächen des Gebirgs nach der Ebene zu einen Abweg in die Tiefe fände. Ein ähnliches Verhältnifs findet auf der östlichen Seite der Wetterau, in den dem Taunus gegenüberliegenden krystallinischen Schiefergebirgsmassen der Vorberge des Spessarts statt.

Anders verhält es sich aber im wilden Vogelsberg, diesem colossalen Basaltstock, welcher mit seinen vielen Ausläufern oder Lavaströmen die Wetterau von Norden her umschliefst und durchfurcht. In diesem sind alle Klüfte und Spalten mit dem aus der Zersetzung des Basalts hervorgegangenen zähen Thon ausgefüllt, der jedes tiefere Eindringen der Tagewässer hindert. Der Vogelsberg sendet daher seinen beträchtlichen Wasserreichthum vom Taufstein aus nach allen Weltgegenden, und trägt durch die vielen der Mainebene zuströmenden Flüfschen zur gleichmäfsigen Bewässerung, und somit ganz besonders zur Fruchtbarkeit der Wetterau bei. Die grofse Wassermenge, welche bei den angegebenen Verhältnissen durch die umliegenden Gebirge dem Erdinnern bis tief unter das Niveau des Meeres zugeführt wird, kann einzig und allein einen Abfluſs in der Thalmulde selbst finden. Dieses würde ohne Zweifel bei der grofsen Zerrissenheit und mannichfachen Verwerfung, welche das Uebergangsgebirge hier früher und später durch die dasselbe durchbrochen habenden Eruptivmassen erfahren hat, leicht stattfinden, wenn die mächtigen Sand-, Lehm- und Thonlagen, welche sich über die ganze Thalebene erstrecken, solches nicht verhinderten. Das Wasser befindet sich also unter diesen tertiären wasser- und gasdichten Schichten in einer der Höhe der umgebenden Gebirge entsprechenden hydrostatischen Spannung, der zufolge das Wasser durch jeden kleinen Kanal oder jedes Bohrloch, welche von der Oberfläche aus eine Communication mit der wasserreichen Tiefe vermitteln, emporsteigt und entweder als einfacher Brunnen, oder als fliefsende Quelle, oder als überströmender artesischer Brunnen auftritt. Der von der Ebene entferntere Theil des Gebirgs führt das zwischen seinen Schichten herabsickernde Wasser in gröfsere Tiefen, als dieſs an den Rändern der Fall ist, da in einem steil aufgerichteten Schiefergebirge, wie wir es rings um die Wetterau auftreten sehen, gröfsere horizontale

Zerklüftungen fehlen und der ganzen Structur des Gebirges zuwider sind. Es wird daher das hier sich ansammelnde Wasser oft erst zwischen den Auflagerungsflächen des unterliegenden Gebirges und dem aufgerichteten Schiefergebirge einen Ausweg finden. Je nachdem dieß in geringerer oder größerer Tiefe stattfindet, muß das aufsteigende Wasser eine höhere oder niedere, die mittlere Jahreswärme des Orts übersteigende Temperatur zeigen. Mit dem langen Lauf der Gewässer und mit ihrer erhöhten Temperatur steht wieder das Beladen derselben mit mineralischen Bestandtheilen im engsten Zusammenhang, was namentlich durch die fast nie fehlende Kohlensäure, welche das Wasser, demselben aus großer Tiefe zugeführt, gelöst zu Tage fördert, wesentlich unterstützt wird. Die Kohlensäureexhalationen sind eine das Uebergangsgebirge so allgemein begleitende Erscheinung, daß das Auftreten derselben in diesem Theil der Mainebene, welche auf beiden Seiten von den ältesten Sedimentgebilden umlagert wird, nichts Besonderes darbietet, wohl aber überrascht die Häufigkeit und der Reichthum dieser Exhalationen, in welcher Beziehung die Wetterau mit ihren vielen Säuerlingen, Gassprudeln und Gasbrodeln selbst die vulkanische Eifel bei weitem übertrifft.

Die zahlreichen Mineralquellen, welche dem alten Meeresgrund der Wetterau entspringen, zeigen in ihrer chemischen Zusammensetzung eine große Aehnlichkeit, sie unterscheiden sich hauptsächlich nur durch Temperatur, Concentration und Gasreichthum, was in ihrer gemeinschaftlichen Bildungswerkstätte hinreichende Erklärung findet.

Die warmen Soolquellen zu Nauheim sind von allen hierher gehörigen Quellen durch ihren Wasser- und Gasreichthum die bedeutendsten und durch die Großartigkeit ihrer ganzen Erscheinung, sowie durch ihre physikalischen und geologischen Verhältnisse die bei weitem interessantesten. Dieselben wurden schon in der Mitte des fünfzehnten Jahrhunderts zur Salz-

gewinnung ausgebeutet *) und sind vielleicht selbst den Römern schon bekannt gewesen, was nicht allein die Nähe der alten Römerstrafse wahrscheinlich macht, sondern auch in einer Auffindung bedeutender Holzaschenlager, in welchen sich einige grofse irdene Siedgefäfse, in denen sich dicke Krusten Pfannenstein abgesetzt hatten, befanden, sowie in einer Ausgrabung ganz oxydirter Kupfermünzen Unterstützung erhält.

Die Weltberühmtheit, welche die Nauheimer Quellen jetzt erlangt haben, wurde denselben erst durch die vielen artesischen Bohrversuche verschafft, welche seit dem Jahre 1823 von kurhessischer Regierung ohne Unterbrechung mit grofsem Erfolg betrieben wurden.

Von den vierzehn artesischen Brunnen, die bei Nauheim erbohrt wurden, bieten die Quellen Nro. 5, 7 und 11, sowie die alte und neue Trinkquelle besonderes Interesse dar. Bei der Erbohrung der Quelle Nro. 5 stiefs man in einer Tiefe von 114 Fufs auf einen Quellenstrang, welcher bald, nachdem man das Gestänge des Bohrwerks entfernt und das Bohrloch mittelst einer Handpumpe aufgeräumt hatte, in solcher Mächtigkeit und mit solcher Gewalt hervortrat, dafs sie sich mehr als 16 Fufs über das Niveau des Bohrlochs in der Gestalt einer schäumenden Fontaine erhob. Der Reichthum dieser Quelle liefs aber bald nach, bis nach einem intermittirenden Verhalten sich ihr Ausflufs regelte, und den schönen perlenden Sprudel, der bis vor Kurzem die schönste Zierde der Saline und des Bades war, bildete. Die selten so hohe Temperatur von 33°,7 Celsius, die aufserordentliche Ergiebigkeit von circa 25,000 Cubikfufs täglich bei einem spec. Gewicht von 1,0234, wie deren eigenthümliche chemische Mischung und der noch nicht beobachtete Gasreichthum von 34,000 Cubikfufs reinem kohlensaurem Gas täglich, verschafften

*) Vergl. Dr. F. Bode's Schriftchen über die Nauheimer Soolquellen und ihre Wirkung. Cassel 1843.

ihr bald ein solches Ansehen unter den deutschen Soolbädern, dafs selbst diese ergiebige Quelle den gemeinsamen Ansprüchen des Bades und der Saline nicht mehr genügte.

Man senkte defshalb immer weiter östlich von Neuem Bohrlöcher nieder, aber ohne durch gleichen Erfolg belohnt zu werden, denn wenn man auch schon in der Tiefe von 70 Fufs Soole erhielt, so zeigte dieselbe doch eine so geringe Concentration, dafs man nicht tiefer bohrte, sondern ihr Wasser lediglich für das Bad als sogenannten Kur- und Trinkbrunnen benutzte. Sie hatte eine Temperatur von 19° Celcius und lieferte neben viel freier Kohlensäure 1500 Cubikfufs Soole von 1,0074 spec. Gewicht.

Kaum 25 Schritte von diesem Brunnen entfernt, senkte man defshalb abermals ein neues Bohrloch nieder, welches jedoch, da es schon in der kurzen Zeit der siebente artesische Bohrversuch war, endlich im Jahr 1843, nachdem man ohne Erfolg die bedeutende Tiefe von mehr als 550 Fufs erreicht hatte, der zu grofsen Kosten wegen, verlassen wurde.

Der Nutzen dieser mehrjährigen Arbeit sollte jedoch nicht ausbleiben. Als 4 Jahre später ganz Deutschland von den heftigen Stürmen des Jahres 1846 heimgesucht wurde, welche in der Nacht vom 21. auf den 22. December (bei dem ungewöhnlich niedern Barometerstand von 320 Par. Linien) ihr Maximum erreichten, verspürte man in Nauheim gegen Mitternacht eine schwache Erderschütterung, welche von einem tosenden Geräusch begleitet war. In Folge dieses Phänomens hatte sich durch unterirdische Gewalt, unbeschadet aller übrigen Quellen, ein aufserordentlich mächtiger Soolstrom in dem zerklüfteten Gestein Bahn gebrochen und in dem erwähnten 550 Fufs tiefen Bohrloch einen Ausweg gefunden. Die Gewalt der hier hervorströmenden Wassermasse war so grofs, dafs, ungeachtet des wenigstens 6 Fufs tiefen Brunnenschachts, welcher ganz mit schäumend wogenden und dampfenden Wasser-

massen angefüllt war, sich durch dieso hindurch eine 6 Fuſs hohe massenhafte Fontaine in Form einer dampfenden und sprudelnden Schaumpyramide erhob.

Später wurde sie gefaſst, indem man durch die 82 Fuſs tiefe hölzerne Bohrverröhrung eiserne Röhren von 4 Zoll Durchmesser bis zur Tiefe von 130 Fuſs einsenkte. Wenn auch hierdurch das Bohrloch bedeutend verengt wurde, so wirft die Quelle doch noch ungeheure Wassermassen aus, und hat man keine so bedeutende Abnahme der Wassermenge hierdurch wahrgenommen, wie man nach den hydrodynamischen Gesetzen erwarten sollte. Ungeachtet dieselbe in einem um viele Fuſs höhern Terrain entspringt, als alle übrigen Soolquellen Nauheims, so erhebt sie sich dennoch 18 Fuſs über das Niveau des Bohrlochs. Der gröſste Theil dieser freien Sprungkraft geht jedoch für das Auge dadurch verloren, daſs man auf die frühere Mündung eine 12 Fuſs hohe Steigröhre gesetzt hat, die von einem kleinen runden Bassin gleicher Höhe umschlossen ist. Von diesem Niveau wird es nämlich möglich, die Soole mittelst eines gemauerten Kanals durch eigenes Gefälle, ohne Anwendung eines Pumpwerks, bis zu den Gradirwerken der Saline zu leiten, welches bei allen übrigen Quellen unmöglich ist. Der Soolsprudel erhebt sich also jetzt nur noch ungefähr 6 Fuſs frei über das Ende dieser Steigröhre, und dennoch ist der anziehende Reiz seiner innern Kraft, seines Reichthums, seiner ganzen Pracht ihm eigenthümlich geblieben. Nachdem die Quelle in der beschriebenen Weise verröhrt und gefaſst war, stellte man während mehrerer Monate, durch genaue Cubicirung der Wassermasse, Versuche über deren Ausflufsmenge an, wonach die Quelle binnen 24 Stunden die aufserordentliche Quantität Soole von 85 bis 90,000 Cubikfuſs liefert, mit welcher eine noch weit gröfsere Quantität freie Kohlensäure zu Tage gefördert wird. Sie hat ein spec. Gewicht von 1,0213 und ist 32°,2 C. warm.

Die Wichtigkeit dieses zweiten Soolsprudels wurde im Herbst 1848 durch den Einsturz des kleinen Soolsprudels für die Saline wie für das Bad bedeutend erhöht. Bis hierher hatten beide mächtige Quellen in voller Integrität neben einander bestanden, als plötzlich der kleinere Sprudel versiegte. Man überzeugte sich bald, dafs diefs nicht durch gröfsere unterirdische Störungen herbeigeführt, sondern dafs die eiserne Verröhrung desselben durch die Kohlensäure der Soole so stark angegriffen worden war, dafs sie den Druck der umliegenden losen Tertiärmassen nicht mehr hatte aushalten können.

Alle Versuche, das so verstürzte Bohrloch wieder aufzuräumen, blieben erfolglos. Es war aber von Wichtigkeit, diese bis dahin concentrirteste Quelle wieder zu erhalten, weshalb man alsbald ein neues Bohrloch niederbrachte, und zwar, um den Quellenzug derselben sicher nicht zu verfehlen, in nur 5 Fufs Entfernung vom alten Sprudel. In 98 Fufs Tiefe erbohrte man den sogenannten kleinen intermittirenden Sprudel (Quelle Nro. 11), welcher bis jetzt ohne den geringsten Einflufs auf die übrigen Quellen existirt und seines besondern Gasreichthums wegen zu den Gasbädern verwandt wird.

Der Trinkbrunnen (Quelle Nro. 6) war der einzige, auf welchen das Hervorbrechen des nur 70 Fufs von ihm entfernten grofsen Soolsprudels einen wesentlichen Einflufs ausgeübt hatte. Die schwache Soole, welche bis dahin aus dem Bohrloch lebhaft abflofs, war um 8 Fufs unter das Niveau der Bohrröhre herabgesunken.

Dieser Umstand weckte das Bedürfnifs, einen neuen Kurbrunnen für das Bad zu erbohren. Da diese Arbeit in der Nähe des grofsen Soolsprudels doch leicht mit Gefahr für diesen verknüpft seyn konnte und die Erfahrung auch bereits gelehrt hatte, dafs nach der östlichen Richtung hin die Soole stets concentrirter wird, so zog man es vor, diese Versuche in gröfserer Entfernung nach Süden hin vorzunehmen. Der

Erfolg rechtfertigte diese Ansicht vollständig; denn im Januar 1850 erbohrte man in einer Tiefe von 56 Fufs eine schwache gasreiche Soolquelle von 1,0138 spec. Gewicht und 22° C. Temperatur, welche seit zwei Jahren als Trinkquelle benutzt wird. Die Reihenfolge und Structur der sedimentären Gebirgsmassen, in denen das Nauheimer Quellensystem entspringt, ist am genauesten aus den Durchschnitten der Bohrlöcher Nro. 2, Nro. 7 und Nro. 10 zu ersehen.

Das Bohrloch Nro. 2 wurde in einer Tiefe von 83 Fufs in tertiärer Schicht erbohrt. Als man, in der Absicht, noch concentrirtere Soole zu erhalten, das Bohrloch bis zu der Tiefe von 532 Fufs abteufte, stiefs man durch eine dünne Thonschicht auf festen Taunusschiefer, in welchem weder mehr noch bessere Soole erhalten wurde.

Bohrloch Nro. 7 :

von 1 bis 6 Fufs Dammerde,
„ 6 „ 12 „ blauer grandiger Thon,
„ 12 „ 27 „ gelber Thon mit Quarzgeschieben,
„ 27 „ 36,5 „ blauer zäher Thon,
„ 36,5 „ 43,5 „ grauer Thon mit Grand,
„ 43,5 „ 79 „ blauer Thon,
„ 79 „ 121 „ gelber grandiger Thon,
„ 121 „ 131 „ gelber grandiger Lehm,
„ 131 „ 250 „ gelber Kalkstein,
„ 250 „ 268 „ grauer Kalkstein,
„ 268 „ 277 „ gelber, sehr zerklüfteter Kalkstein,
„ 277 „ 390 „ grauer Kalkstein, mit vielen Klüften,
„ 390 „ 413 „ gelber Kalkstein,
„ 413 „ 550 „ grauer Kalkstein, dessen Ende nicht erbohrt wurde.

Bohrloch Nro. 10 :

von 1 bis 6 Fufs Dammerde,
„ 6 „ 14 „ Flufsgrand und Thon,

von 14 bis 52 Fufs jüngster Sandstein und Quarzgeschiebe durch Eisenoxydhydrat verkittet,

„ 52 „ 95 „ jüngste Braunkohlen, Thon und Sand, mit schwachen Braunkohlenlagern, Schwefelkies und Gyps,

„ 95 „ 100 „ Mergel, Kohlen und Gyps, darin Litorinella acuta,

„ 100 „ 145 „ Sand und Letten abwechselnd,

„ 145 „ 150 „ Kalk mit Cerithienresten,

„ 150 „ 234 „ bunter Lett,

„ 234 „ 240 „ fester Sandstein (Kohlensandstein).

Hieraus geht mit Bestimmtheit hervor, dafs es besonders drei Gruppen sind, welche hier übereinander gelagert auftreten. Die tertiären Massen, welche die ganze Thalebene in einer Mächtigkeit von 140 bis 150 Fufs erfüllen, sind unmittelbar auf das Uebergangsgebirge aufgelagert, doch mit dem Unterschied, dafs sie einmal auf Uebergangskalk (Steinkohlenkalk), das andere Mal auf dem älteren Taunusschiefer ruhen. Es mufs hier also auch der Wechsel zwischen dem Uebergangskalk und dem Taunusschiefer stattfinden. Da nun der Taunusschiefer bei seiner Anbohrung weder Salzwasser noch Kohlensäure liefert, und wie wir weiter sehen werden, es mit Gewifsheit ermittelt ist, dafs die Soole des grofsen Sprudels aus der gröfsten Teufe des 550 Fufs tiefen Bohrlochs mit Kohlensäure verbunden aufsteigt, so sind wir berechtigt anzunehmen, dafs die warme Soole von grofser Tiefe aus, auf der Auflagerungsfläche zwischen Steinkohlenkalk und Taunusschiefer zu Tage gefördert wird. Es hat ferner den Anschein, als ob die artesischen Brunnen Nro. 5, 7 und 11, welche von allen die wärmsten, concentrirtesten, gas- und wasserreichsten sind, direct auf dem Wechsel der Kalk- und Taunusschieferschichten, oder doch auf deren Auflagerungsfläche erbohrt worden seyen.

Die übrigen Quellen sind von diesen mehr oder weniger

entfernt und stammen sämmtlich aus geringerer Tiefe. Nro. 1 und Nro. 6 (die alte Trinkquelle) sind bei 61 Fuſs Tiefe, Nro. 2 bei 83 Fuſs und die neue Trinkquelle bei 56 Fuſs Tiefe erbohrt worden. Diese stehen also alle in den lockern, grandigen, tertiären Sandsteinschichten, die als Fortleitungscanal für die Soole dienen, welche dieselben da, wo sie sich an die ältern Sedimentgesteine anlehnen und mit deren Schichtwechsel in Berührung kommen, aufnahmen.

Diese Verhältnisse werden durch das geognostische Profil Fig. 1 der Tafel näher erläutert.

Es stellt dasselbe einen Durchschnitt in der Richtung von Nordwest nach Südost, vom Johannisberg nach Schwalheim dar. Es giebt uns dasselbe ein ungefähres Bild von der Höhe, der Form und Structur der Nauheim zunächst gelegenen Berge. Wir ersehen daraus, wie der Spiriferen-Sandstein der Grauwacke mit dem Kalk derselben Gruppe in steiler Schichtung wechsellagert, wie darauf in mächtiger Schicht der ächte Quarzit und in dünner Gliederung der Thonschiefer folgt. Diese Gebirgsschichten treten alle zu Tage, während der sich ebenfalls noch in steiler Schichtung an sie auflagernde Steinkohlenkalk von mächtigen Tertiärmassen bedeckt wird. Es zeigt, wie die senkrechte schwarze Linie, welche das Bohrloch des grofsen Soolsprudels andeutet, erst die tertiären Schichten und dann den Uebergangskalk bis zu seiner Auflagerungsfläche tief unter das Niveau des Meeres durchschneidet; wie sich hieran der flötzleere Steinkohlensandstein lehnt, der von den Basalten bei Schwalheim durchbrochen, und seiner Länge nach von jüngsten Braunkohlen führenden tertiären Massen bedeckt wird, die bei Dorheim mit vielem Erfolg auf Braunkohlen ausgebeutet werden.

In chemischer Beziehung sind die Nauheimer Quellen nur theilweise genauer untersucht. Die erste Analyse der Quelle Nro. 1 wurde von C. Zwenger *) ausgeführt. Später wieder-

*) Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. XIX, S. 300.

holte Bunsen diese Analyse und untersuchte noch Nro. 2, Nro. 5 und Nro. 6 *), von denen aber Nro. 5 und 6 nicht mehr existiren. Nro. 7 (der grofse Soolsprudel) wurde von mir analysirt **); Nro. 11 blieb bis jetzt ganz ununtersucht, und ebenso die neue Trinkquelle, von der ich bis jetzt nur einige Bestimmungen mittheilen kann.

Es folgen hier die verschiedenen Resultate vergleichsweise zusammengestellt, um später einige weitere Schlüsse daran anknüpfen zu können.

In 10000 Theilen Wasser sind enthalten :

Nummer d. Quelle	Nro. 1 Zwenger	Nro. 1 Bunsen	Nro. 2	Nro. 5	Nro. 6	Nro. 7	Neue Trinkquelle	Nro. 11
Spec. Gewicht bei 20° C. . .	1,02146	1,0215	1,0217	1,0234	1,0074	1,0213	1,0138	1,0215
Temperatur (Celsius) . . .	30°	31°	26°	33°,7	20°	32°,2	22°	30°
Tägliche Soolmenge in Cubikfufsen .	8300		15000	25000	1500	85000		26000
Zweifach-kohlensaurer Kalk	21,52	22,42	21,65	22,13	15,97	21,33		
Zweifach-kohlensaure Magnesia	7,21							
Zweif. - kohlens. Eisenoxydul	0,64	0,98	1,09	0,13	0,53	0,66		
Zweif. - kohlens. Manganoxydul	Spur	0,11	0,12	0,03	0,16	0,20		
Schwefels. Kalk	0,47	0,76	0,63	0,70	0,36	0,52		
Chlornatrium .	250,65	254,44	249,40	270,55	77,57	236,00		
Chlorkalium .	Spur	2,90	3,90	Spur	Spur	5,24		
Chlorcalcium .	20,37	19,40	20,64	22,58	3,55	19,35		
Chlormagnesium	8,54	3,01	5,99	3,68	0,46	3,39		
Brommagnesium	Spur	0,20	0,30	Spur	Spur	0,10		
Kieselsäure .	0,75	0,19	0,20	0,02	0,02	0,21		
FreieKohlensäure	7,05	—	8,03	10,65	13,52	9,28	16,54	
Arseniks. Eisenoxydul . .						Spur	Spur	Spur
Organische Substanz . . .	Spur	—	Spur	Spur	Spur	Spur		
Summe d. festen und flüchtigen Bestandtheile	317,20	304,41	303,82	330,47	112,14	296,28	185,84	

*) Bunsen's Resultate sind nicht von demselben veröffentlicht, sondern lediglich durch Hrn. Dr. Bode in dessen erwähntem Schriftchen mitgetheilt worden.

**) Jahresbericht der Wetterauischen Gesellschaft von 18[illegible].

Aufser den hier angeführten Bestandtheilen fördern sämmtliche Brunnen eine grofse Masse Kohlensäure mit zu Tage, die bei den Quellen Nro. 5, Nro. 7 und Nro. 11 die Quantität des ausströmenden Wassers noch weit übertreffen. Es ist daher die Soole aller Quellen mit Kohlensäure übersättigt, welchem Umstand die grofse Menge von doppelt-kohlensauren Salzen, namentlich doppelt-kohlensaurem Kalk, die wir in den Analysen angeführt finden, zuzuschreiben ist. Die kälteren Quellen enthalten relativ mehr davon als die wärmern, was unstreitig in der geringern Absorptionsfähigkeit des warmen Wassers gegen Kohlensäure liegt. Die Anwesenheit dieser grofsen Menge gelösten kohlensauren Kalks dürfte aber wohl auch zugleich den Ursprung oder wenigstens das längere Verweilen, der Soole in kalkigem Gebirge beweisen. Ungeachtet der höhern Temperatur der Quelle entweicht die Kohlensäure beim zu Tage treten der Soole ziemlich langsam, so dafs sie selbst in offenen Canälen fliefsend, einen grofsen Theil der gelösten Carbonate weit mit fortführt. Das Eisenoxyd wird zunächst als Eisenoxydhydrat und mit ihm aufs vollständigste der geringe Gehalt an Arseniksäure ausgeschieden, dann folgt die Kieselsäure, hierauf das Manganoxydul, und zuletzt der kohlensaure Kalk.

Herr Ewald analysirte in meinem Laboratorium den ockérigen Niederschlag, welcher sich binnen 48 Stunden zunächst des grofsen Sprudels in einer hölzernen Rinne, aus der noch fast 32° C. warmen Soole, abgesetzt hatte und erhielt folgendes Resultat :

Eisenoxyd	49,86	
Manganoxyd	0,40	
Kohlensaurer Kalk . . .	20,81	
Kieselsäure	2,81	
Arseniksäure	0,45	*)
Wasser	23,53	
In Wasser lösliche Salze .	2,14	
	100,00	

*) Der Gehalt an Arseniksäure wurde später unter meiner Leitung durch Hrn. Langsdorf bestimmt.

Aus den angeführten Analysen der 7 Quellen geht unzweifelhaft hervor, dafs sie alle einem und demselben Quellensystem angehören; denn, stimmen auch bei einigen die absoluten Gewichtsmengen der einzelnen Bestandtheile nicht mit einander überein, so ist doch ihr relatives Verhältnifs durchaus dasselbe, so dafs schon aus ihrem spec. Gewicht und der Temperatur auf die Quantität der Zusammensetzung geschlossen werden kann. Sie sind also nur verschiedene Mischungsverhältnisse einer und derselben, aus grofsen Tiefen emporsteigenden Soole mit in den oberen Tiefen hinzutretendem süfsen Quellwasser. Diese Ansicht wird namentlich dadurch unterstützt, dafs die Temperatur der Quellen mit deren spec. Gewicht, oder, was dasselbe ist, mit der Summe ihrer fixen Bestandtheile im vollkommensten Einklang steht. Nehmen wir z. B. an, die Quelle Nro. 5 fördere die reine Soole unvermischt zu Tage, und betrachten wir ferner den alten und neuen Trinkbrunnen als ein Product der Mischung von der Soole Nro. 5 mit süfsem Quellwasser, so berechnen sich deren zugehörige Temperaturen aus der bekannten Temperatur der Soole Nro. 5, der mittleren Temperatur des Orts und aus den bekannten Concentrationen der 3 Quellen zu 19° und 21°,9 C., während die unmittelbar beobachteten Temperaturen 20° und 22° sind *).

Das Vermischen der warmen Soole mit süfsem Quellwasser in oberer Tiefe hat man bei Erbohrung des Bohrlochs Nro. 10 direct wahrgenommen, indem man unter den die Soole fortleitenden Schichten starke Süfswasserströme erbohrte. Doch nicht allein auf diese directe Weise wird die Soole auf den Klüften des oberen Gebirgs verdünnt, sondern auch dadurch, dafs die in den Bohrlöchern rasch emporsteigende Soole das

*) In meiner schon erwähnten früheren Abhandlung habe ich diese Rechnung näher ausgeführt, weshalb ich die Details derselben hier übergehe.

Wasser aus den Spalten des oberen Gesteins ansaugt. Ein solcher Vorgang findet höchst wahrscheinlich zwischen dem grofsen Soolsprudel und der früheren Trinkquelle statt, die, wie schon erwähnt, beim gewaltsamen Emporbrechen des grofsen Soolsprudels die auffallende Erscheinung darbot, dafs sie plötzlich versiegte, indem ihr Niveau sich um 8 Fufs gesenkt hatte. Bestände eine offene Communication zwischen den beiden Quellen, so hätte, beim Aufsteigen der specifisch viel schwereren Soole der neuen Quelle, diese zum Theil in den Canal des Trinkbrunnens abfliefsen, und solche zum stärkern Ueberwallen bringen müssen. Statt dessen findet ein Ueberströmen aus dem Trinkbrunnen in den Soolsprudel Statt, in welchem sich doch die schwere Soole ungefähr um 30 Fufs über das jetzige Niveau des Trinkbrunnens erhebt. Auch kann man nicht annehmen, dafs die Abnahme der Trinkquelle von einer durch das Hervorbrechen des grofsen Sprudels herbeigeführten, geringern innern Spannung herrühre. Denn, abgesehen davon, dafs ein Niveauunterschied von 30 Fufs bei so nah neben einander liegenden Quellen kaum möglich erscheint (besonders da an dem alten Sprudel in einer kaum 4fachen Entfernung durchaus kein Einfluſs mehr bemerklich war), so hätte hierdurch auch nothwendig eine Aenderung in der Mischung der Trinkquelle entstehen müssen. Wäre nun etwa durch Abnahme des innern Drucks die aus grofser Tiefe aufsteigende Soole weniger reich dem Quellengang des Trinkbrunnens zugeführt, so hätte zwar eine Abnahme desselben eintreten müssen, da der Zufluſs des jedenfalls aus viel geringerer Tiefe stammenden reinen Quellwassers keine Aenderung erfahren konnte. Es würde dann aber auch der Salzgehalt bedeutend verringert seyn, indem sich hierdurch das Verhältnifs des süfsen Wassers zur Soole sehr vergröfsert. Da man jedoch auch lange Zeit nachher durchaus kein auffallende Aenderung wahrgenommen hat, so bleibt nur obige Erklärung dieser interessanten Beobachtung übrig.

Die 130 Fuſs tiefe Verröhrung des Sprudels beweist, daſs die Verbindung beider Quellen erst in beträchtlicher Tiefe existirt, da sie sonst hierdurch abgeschnitten seyn würde; was für die Erklärung im vorliegenden Fall noch insofern wichtig ist, als in geringer Tiefe die im Wasser gelöste freie Kohlensäure, durch ihre Entbindung, erwähnten Vorgang verändert oder selbst verhindert haben würde. Hiernach fliefst also die Soole, welche früher der Trinkbrunnen lieferte, in den grofsen Soolsprudel ab; dieser wäre also als ein Product der Vereinigung der alten Trinkquelle mit unvermischter Soole, wie sie die Quelle Nro. 5 liefert, zu betrachten. Diese Annahme setzt voraus, daſs die Temperatur und Concentration derselben herabgestimmt werden muſs, was denn auch mit von der Beobachtung vollkommen bestätigt wird.

Versucht man endlich noch, in einer ähnlichen Weise, als es bei den beiden Trinkquellen geschehen ist, die Temperatur der hier in Frage kommenden Quellen Nro. 5 und Nro. 6 zu berechnen, so erhält man 32°,1, während die direct gemessene 32°,2 C. ist. Die grofse Uebereinstimmung dieser drei durch Rechnung erhaltenen Werthe mit den durch Beobachtung an der Quelle gefundenen, sowie der Einklang der äufsern physikalischen und innern chemischen Verhältnisse dieser Quellen, rechtfertigen obige Betrachtungen und Schlüsse aufs Vollkommenste.

Die Ansicht, daſs das Bohrloch Nro. 5 die Soole, wie sie aus der Tiefe stammt, unvermischt zu Tage förderte, wird durch neuere Versuche, welche Seitens der Saline angestellt sind, nicht bestätigt.

Man senkte nämlich in den grofsen Sprudel, mittelst eines Gestänges, träg gemachte Thermometer ein, und suchte hierdurch die in der Tiefe der aufsteigenden Soole stattfindende Temperatur zu ermitteln. Der längere Zeitraum, welcher zum Ausbringen des Gestänges und der Thermometer aus so grofser

Tiefe von 550 Fufs unvermeidlich war, macht diese Beobachtungen zwar unsicher, sie reichten aber doch hin, um mit Bestimmtheit erfahren zu haben, dafs die Soole in der Tiefe des Bohrlochs mit einer um einige Grad höheren Temperatur einströmt, als sie oben zu Tage tritt. Ein zweiter Versuch, welcher dazu diente, kleine Quantitäten Soole aus der Tiefe des Bohrlochs zu schöpfen, hat mit der vorigen Beobachtung übereinstimmend ergeben, dafs die Soole fast um ein ganzes Procent concentrirter und bereits mit Kohlensäure geschwängert sey. In dieser letzteren Beobachtung liegt auch zugleich der Beweis, dafs die Soole in der Tiefe bereits mit der Kohlensäure verbunden ist, und solche nicht erst durch Seitenspalten in oberen Teufen zugeführt erhält. Mit diesen Versuchen wurde noch ein dritter verbunden, welcher über den Ursprung der Soole Aufschlufs giebt, und durch die ganze Art, wie er ausgeführt wurde, viel Interesse darbietet. Für weitere Bohrarbeiten mufste es von grofser Wichtigkeit seyn, zu wissen, ob die in der Tiefe wärmer und concentrirter gefundene Soole wirklich in dem tiefsten Punkt des Bohrlochs eintrete, oder erst in höheren Teufen in den so sehr zerklüfteten Kalkschichten einen Ausweg in das Bohrloch finde. Diese interessante Frage wurde auf die Weise entschieden, dafs man in die Quelle mittelst eines Bohrgestänges ein kleines Kreiselrad einsenkte, welches durch die Bewegung des rasch aufsteigenden Soolstroms in Rotation gesetzt wurde. Das kleine Rad setzte hierbei eine Feder in Bewegung, welche in kurzen Zwischenräumen hammerartig an das Gestänge anschlug und dadurch eine Erschütterung in demselben bewirkte, die aufserhalb des Bohrlochs, beim Annähern des Ohrs an das Gestänge, deutlich wahrgenommen werden konnte. Das Kreiselrad war in allen Tiefen bis auf den Grund in Bewegung, was nicht hätte geschehen können, wenn in dem tieferen Theile des Bohrlochs die Quelle stagnirend wäre. Es mufs also die Soole in dem tiefsten

Punkt des Bohrlochs eintreten, und die geringe, zwischen dem Ende des Bohrlochs und dem natürlichen Soolcanal befindlich gewesene Gebirgsschicht durch die Gewalt des hydrostatischen Drucks und die, durch den auffallend niederen Barometerstand noch vermehrte innere Spannung gesprengt haben. Aufser den geognostischen Verhältnissen, und aufser der directen Wahrnehmung, dafs die Soole aus der Tiefe in die bedeutendsten Bohrlöcher einströmt, spricht auch ganz besonders die hohe Temperatur der Quellen dafür, dafs wir ihre Bildungswerkstätte in viel gröfseren Teufen zu suchen haben, als sie durch die bedeutendsten Bohrlöcher erreicht wurde. Nach den sechsjährigen Beobachtungen des Hrn. Dr. Bode ist die mittlere Jahreswärme von Nauheim 10°,1 C.; mithin übersteigt die Temperatur der wärmsten, dortselbst entspringenden Quellen diese um 23°,7. Wollte man hierauf eine Rechnung gründen, um die Tiefe zu ermitteln, bis zu welcher das die Quellen speisende Wasser durch die steil einfallenden Schichten des Gebirgs geleitet wurde, so erhielte man als geringste Tiefe 2200 pariser Fufs. Es ist aber fast gewifs, dafs die Soole aus noch beträchtlicheren Tiefen stammt, indem die angegebenen Beobachtungen es wahrscheinlich machen, dafs die Soole aller Brunnen durch die wilden Wasser der oberen Teufen bereits verdünnt und abgekühlt zu Tage tritt.

Ungeachtet der geringen Concentration fördern die Nauheimer Quellen durch ihre aufserordentliche Ergiebigkeit eine beträchtliche Menge fester Bestandtheile zu Tage. Nach den früheren Angaben liefert allein die Quelle Nro. 7 jährlich über 30 Millionen Cubikfufs Soole, wodurch gleichzeitig über 50 Millionen Pfunde fester wasserfreier Salze dem Erdinnern entzogen werden, welche bei dem ihnen eigenthümlichen spec. Gewicht eine Cubikmasse von 100 Fufs Länge, 100 Fufs Breite und 50 Fufs Höhe repräsentiren.

Erwägt man nun, dafs die übrigen artesischen Brunnen

Nauheims, sowie die vielen in der Nähe befindlichen salinischen Quellen der Wetterau, zum Theil schon seit Jahrtausenden in ähnlicher Weise fortwährend die Tiefe des hier abgelagerten Gebirges auslangen, so gelangt man zur Ueberzeugung, dafs in den Gebirgsschichten, in denen vorzugsweise die Bildungswerkstätte dieser zahlreichen Quellen zu suchen ist, sich viele und bedeutende Höhlenräume vorfinden müssen, die sämmtlich als unermefsliche Sohlreservoire dienen. In diesen findet das Salzwasser nicht allein die geeignetste Gelegenheit, sich mit der aus den glühenden Regionen der Erde aufsteigenden Kohlensäure zu schwängern und, hierdurch unterstützt, den Auslaugungsprocefs fortzusetzen, sondern es findet auch hinreichende Zeit, um sich mit so grofser Gleichmäfsigkeit, als wir es bei dessen zu Tage treten beobachten, auf die höhere Temperatur der umgebenden Gebirgsschicht allmählig zu erwärmen.

Hiernach ist es wahrscheinlich, dafs die Soole nicht gleich dem süfsen Quellwasser, welches gröfstentheils binnen einem Jahre zweimal dem atmosphärischen Destillationsprocefs unterworfen ist, rasch von ihrer Bildungsstätte an die Erdoberfläche gelangt, sondern dafs sie viele Jahre, vielleicht Jahrhunderte hindurch in den ausgespülten Räumen der von wasser- und gasdichten Erdmassen bedeckten Gebirgsschichten verweilt, bis sie endlich, auf langem Lauf durch die spärlichen Klüfte und Spalten des oberen Gebirgs, oder durch die directer zu ihm führenden Bohrlöcher einen Ausweg nach der Erdoberfläche findet.

In diesen Verhältnissen liegt ferner auch die Nothwendigkeit begründet, dafs alle diesem Quellensystem angehörenden Soolquellen nicht durch Auslaugung eines Steinsalzlagers oder sehr salzreicher Mergel-, Thon- oder Gypsschichten entstanden sind (wie man solches sehr vielfach bei den reichen Salzquellen direct wahrgenommen hat, und defshalb für alle derartigen Quellen bis jetzt allgemein annahm), sondern dafs sie im

Gegentheil entweder einer langsamen Auswaschung sehr salzarmer, aber sehr mächtiger sedimentärer Erdschichten, oder der directen Mitwirkung von Meerwasser ihre Bildung verdanken.

Diese aus geologischen Verhältnissen gewonnene Ansicht wird durch die chemische Zusammensetzung der hier in Betracht kommenden Quellen ebenfalls unterstützt.

Vergleicht man nämlich die früher mitgetheilten Analysen mit der Zusammensetzung solcher Soolen, welche aus steinsalzführenden Gebirgen abstammen, und abstrahirt hierbei von den durch die Kohlensäure in Lösung gebrachten Erdsalzen, so unterscheiden sich die Nauheimer Quellen von diesen aufser durch ihre geringe Concentration, besonders durch ihren fast gänzlichen Mangel an Gyps, sowie durch einen grofsen Gehalt an Chlorcalcium, welches letztere Kalksalz in solchen Soolen fast ganz fehlt. Mit dem Meerwasser zeigt dagegen die fragliche Soole eine viel gröfsere Uebereinstimmung, so dafs man sie für ein mit Kohlensäure übersättigtes, verdünntes Meerwasser ansehen könnte. Die einzige Abweichung, welche die Nauheimer Soole hiervon zeigt, liegt darin, dafs in ihr der beträchtliche Gehalt des Meerwassers an Chlormagnesium zum grofsen Theil durch Chlorcalcium ersetzt ist. Diese Differenz beruht vielleicht auf einer chemischen Umsetzung, welche das Chlormagnesium bei Gegenwart von freier Kohlensäure und kohlensaurem Kalk, nach einem von mir angestellten Versuche erfahren kann. Es ergab sich nämlich, als man eine vollkommen neutrale Lösung von Chlormagnesium längere Zeit mit reinem kohlensaurem Kalk digerirte, dafs die Lösung von Stunde zu Stunde immer mehr Kalk enthielt. Dieses wurde namentlich unterstützt, wenn die Lösung zugleich freie Kohlensäure enthielt *).

*) Sollte dieser bis jetzt nur sehr oberflächlich angestellte Versuch sich in so weit bestätigen, dafs der gröfsere Theil der Talkerde gegen

Nimmt man an, dafs die Quellen Nauheims durch Auslaugung mächtiger sedimentärer Meerbildungen entstanden seyen, so kann es nicht befremden, dafs das relative Verhältnifs der darin aufgelösten Chlorverbindungen nicht dasselbe ist, in welchem sie im Meerwasser auftreten, und wie sie somit auch in den aus dem Meer abgesetzten Gebirgsmassen enthalten sind. Es mufs diefs, aufser von den quantitativen Verhältnissen, besonders von der Löslichkeit dieser Salze abhängen. Hierdurch erklärt sich aber, wie das Chlorcalcium, als löslichstes Salz, in der Soole in relativ gröfserer Menge als die übrigen auftritt, und der Gyps auf ein Minimum reducirt ist.

Alle diese Folgerungen bestätigen die oben ausgesprochene Ansicht über die Bildung unserer Quellen aufs vollständigste, und lassen dieselbe somit als die wahrscheinlichste erscheinen. Es ist aber dennoch nicht unmöglich, dafs die Anwesenheit von Meerwasser die Bildung dieser Quellen unterstützt hat.

Die Nivellements der Main - Weser - Eisenbahn haben nämlich ergeben, dafs die Höhe Nauheims, welche auf barometrische Messungen gegründet war, falsch ist, und dafs die dortselbst erbohrten Quellen nicht 670 Fufs über dem Niveau des Meeres entspringen, sondern, wie aus nachfolgenden Nivellements hervorgeht, nur 435 pariser Fufs darüber liegen.

Bahnhof zu	Frankfurt	300	pariser	Fufs
„	„ Bonames	352	„	„
„	„ Vilbel	338	„	„
„	„ Niederwöllstadt	395	„	„
„	„ Friedberg	449	„	„
„	„ Nauheim	490	„	„ *)

Kalk ausgetauscht werden könnte, so dürfte diefs für die Bildung der dolomitischen Kalke von gröfstem Interesse seyn.

*) Liegt 83 Fufs über dem Nullpunkt des Fuldapegels bei Cassel.

Ussspiegel daselbst	435	pariser	Fufs
Bahnhof zu Butzbach	618	„	„
„ „ Langgöns	625	„	„
„ „ Giefsen	493	„	„
„ „ Lollar	511	„	„

Da nun das Bohrloch des grofsen Sprudels 491,6 pariser Fufs tief ist, so geht dasselbe noch über 50 Fufs unter den Meeresspiegel herab.

Es wäre daher nicht unmöglich, dafs in dieser Tiefe das zerklüftete Gebirge mit Meerwasser erfüllt sey, und dafs dasselbe, nachdem es mit Kohlensäure geschwängert und sich mit Erdsalzen beladen hätte, von dem zwischen den steilen Schichten des Schiefergebirgs angesammelten Tagewasser, sowie von der durch die hohe Temperatur vermehrten Spannung der Kohlensäure in die Höhe gepreſst würde.

Welche von beiden Erklärungsweisen man auch annehmen mag, so setzen sie übereinstimmend einen unermefslichen Vorrath von Soole in der Tiefe voraus, der selbst bei der Reichhaltigkeit dieser Quellen jeden Gedanken an ein Erschöpfen derselben ausschliefst. Ueberall, wo man so glücklich ist, den Wechsel zwischen dem Uebergangskalk und dem Taunusschiefer zu erbohren, wird man eine den Nauheimer Sprudeln ähnliche, mächtige Soolquelle erhalten, ohne auch nur im geringsten jene zu alteriren. Die Richtigkeit dieser für die Saline, wie für das Bad gleich wichtigen Ansicht wird bereits durch die Erfahrung, dafs der grofse Sprudel unbeschadet aller übrigen Quellen emporbrechen konnte, vollkommen verbürgt.

Die Mächtigkeit und die hohe Temperatur der Nauheimer Quellen sind es aber nicht allein, welche diese auszeichnen, sondern der Kohlensäurereichthum ist es hauptsächlich, welcher den Quellen so viel Eigenthümliches und deren ganzer Erscheinung ihren grofsartigen Character verleiht. Die genaue Bestimmung der bedeutenden Kohlensäuremengen, welche mit

der Soole zu Tage treten, ist mit so grofsen Schwierigkeiten verknüpft, dafs sie bis jetzt nur einmal und zwar von Bunsen an der jetzt nicht mehr existirenden Quelle Nro. 5 versucht wurde. Die Methode, welche Bunsen hierbei anwandte, gründet sich darauf, dafs er die Kohlensäure, welche unmittelbar über der Quelle aufgefangen wurde, unter einer bestimmten Pressung durch Oeffnungen von genau ermittelten Querschnitten ausströmen liefs, und die Gasmengen durch Rechnung bestimmte. Ungeachtet dafs diese Werthe, wie später hervorgehen wird, etwas zu gering sind, so habe ich doch, in Ermangelung anderer Anhaltspunkte, dieselben benutzt, um die Kohlensäuremenge des grofsen Sprudels, welche derselbe bei seinem Emportreten unmittelbar an die Atmosphäre abgiebt, annähernd zu bestimmen. Diese Rechnung ergab, dafs diese eine Quelle in jeder Minute über 71 Cubikfufs Kohlensäure liefert, was für das Jahr über 5 Millionen Pfunde reiner Kohlensäure beträgt, mithin eine Masse Kohlensäure, wie sie durch die Verbrennung von 1500000 Pfunden Steinkohlen, oder durch das Brennen von 12 Millionen Pfunden Kalkstein entwickelt würde. Dieser, bis jetzt unbenutzt entweichende Gasstrom, würde hinreichen, um darauf einen jährlichen Betrieb von 40 Millionen Pfund Bleiweifs zu gründen.

Erwägt man nun, dafs die Werthe, von welchen bei dieser Rechnung ausgegangen wurde, noch zu gering sind, ferner, dafs die Soole bei ihrem Emportreten nur ungefähr die Hälfte ihrer freien Kohlensäure in Gasgestalt abgiebt, indem sie ein dem Wasser gleiches Volum noch gelöst zurück hält, so bekommt man erst eine wahre Vorstellung von der ganz aufserordentlichen Reichhaltigkeit dieser Gasexhalationen.

Bisher haben wir angenommen, dafs die Kohlensäureentwickelung aus den Bohrlöchern zu Nauheim eine die dortigen Quellen zufällig begleitende und von dem Aufsteigen der Soole

allein bedingte Erscheinung sey. In Nachfolgendem werden wir aber sehen, dafs diefs durchaus nicht der Fall ist, dafs im Gegentheil das zu Tage treten dieser Quellen sich lediglich auf die Anwesenheit der Kohlensäure basirt, dafs die Nauheimer Soolquellen als Gasquellen zu betrachten sind, denen die Kohlensäure bis zu bestimmten Tiefen das einzige Movens ist, und dafs lediglich die Kohlensäure es ist, welche einen Theil der in der Tiefe mit ihr verbundenen gewesenen Soole zu Tage fördert.

Nach den Beobachtungen von Saussure absorbirt 1 Volum Wasser bei 18° C. und dem mittlern Barometerstand 1,000 Kohlensäure. Mit der Quelle Nro. 7 entweichen nach Obigem wenigstens 2 Volum Kohlensäure nebst 1 Volum Wasser von 32° C. Da nun durch die erhöhte Temperatur, wie durch die im Wasser gelösten Salze die Absorptionsfähigkeit des Wassers gegen die Kohlensäure sehr verringert wird, so ist es unmöglich, dafs die ganze Menge Kohlensäure in den oberen Teufen mit der Soole in Verbindung bleibt, sie wird vielmehr schon in beträchtlichen Tiefen anfangen, sich aus der Soole zu entwickeln und streben, in Gasgestalt nach Oben zu schwimmen. Jedes aufsteigende Gasbläschen stört die Ruhe der bis dahin zusammenhängenden, durchsichtigen Wassermasse und führt in dieser Richtung Wassertheilchen mit fort, die durch den immer geringer werdenden hydrostatischen Druck schneller und schneller ihre überschüssige Kohlensäure an die sie geleitenden und fortwährend sich vergrößernden Gasbläschen aushauchen. Dieses nimmt immer mehr zu, bis aus Einem Volum beinahe drei geworden sind und der ganze Inhalt des Bohrlochs sich in einen perlenden Schaum verwandelt hat, wie wir ihn mit Bewunderung empor sprudeln sehen.

Eine solche Mischung von Gas und Wasser folgt den hydrostatischen Gesetzen nicht mehr, sie wird durch dieselbe

Ursache zu Tage gefördert, durch welche der Champagner aus der entkorkten Flasche moussirend in die Höhe spritzt.

Diese aus theoretischen Betrachtungen gewonnene Ansicht steht mit mehreren Eigenthümlichkeiten und Erscheinungen der gasreicheren Quellen Nro. 7 und Nro. 11 vollkommen im Einklang, so dafs sie zugleich den Beweis für die Richtigkeit dieser Vorstellungen enthalten.

An der Quelle Nro. 11 (sogenannter intermittirender Sprudel) hat sich ergeben, dafs, wenn die Steigröhren einen gewissen Durchmesser überschreiten, die ausfliefsende Soole nicht mehr zu-, sondern abnimmt, und zuletzt ganz aufhört überzuströmen, während die Kohlensäureexhalation noch kurze Zeit fortdauert, bis sie ebenfalls allmählig verschwindet. Eine ähnliche Erscheinung ereignet sich, wenn man die Bohrröhren dieser wasser- und gasreichen Quellen einige Zeit lang luftdicht verschliefst. Nach dem Oeffnen bricht keine Schaumpyramide, wie früher, empor, sondern man findet, dafs das Niveau der Quelle sich um viele Fufs gesenkt hat, und dafs dieselbe in der Röhre völlig stagnirt. Sie tritt nicht von selbst, wohl aber dann wieder zu Tage, wenn man sie durch einige Pumpenstöfse ansaugt.

Ist die Kohlensäure von einer gewissen Tiefe an das einzige Movens in der Soole, so wird letztere nur durch die Kohlensäure mit zu Tage gefördert werden können, wenn die Canäle und Röhren nicht so weit sind, dafs die einzelnen Kohlensäureblasen sich zu gröfseren vereinigen und ungehindert durch die Soole hindurch streichen können. Je weiter die Röhren also werden, desto mehr wird dieses der Fall seyn, und desto weniger Wasser wird die Kohlensäure im Vergleich mit in die Höhe reifsen, bis endlich das Verhältnifs der in der Tiefe nachfliefsenden Soole so gering ist, dafs die ganze Kohlensäuremenge derselben nicht mehr hinreicht, eine Bewegung in der immer todter werdenden Wassersäule zu bewirken.

Man sieht leicht ein, dafs derselbe Grund auch die zweite

Erscheinung verursachte, nur mit dem Unterschiede, dafs hierbei diese Ursache schneller wirken konnte, da sie plötzlich durch das Verstopfen der Quelle künstlich herbeigeführt wurde. Oeffnet man das Bohrloch, so bezeichnet das gesunkene Niveau der Quelle die Höhe, bis zu welcher dieselbe durch den hydrostatischen Druck gehoben wird, während die ihrer Kohlensäure beraubte todte, stagnirende Wassersäule den früheren Verschlufs vertritt; sobald daher dieser mittelst der Pumpe weggeräumt wird, beginnt das frühere Spiel der Quelle.

Eine andere hierher gehörige interessante Beobachtung ist die, dafs der grofse Sprudel bei niederem Barometerstand höher springt und mehr Soole producirt, als bei höherem. Diefs ist so regelmäfsig und so auffallend, dafs bei Anbringung von geeigneten Mefsvorrichtungen die Sprunghöhe dieser Quelle als umgekehrtes Barometer gebraucht werden könnte, wenn nicht eine, hiermit nicht im Zusammenhang stehende Beobachtung diefs beeinträchtigte. Es zeigt sich nämlich, dafs die atmosphärischen Niederschlage auch in so weit einen Einflufs auf die Quelle haben, als dieselbe ungefähr 4 Wochen nach anhaltendem Regen wasserreicher wird, ohne jedoch an Concentration und Temperatur einzubüfsen. Dieses rührt daher, dafs die innere Spannung durch das sich in den Schichten des Gebirgs reichlicher ansammelnde Tagewasser vermehrt wird.

Aus der Correspondenz unserer Quelle mit dem atmosphärischen Luftdruck erhellt, wie die kleinsten Veränderungen in der äufseren Spannung einen Einflufs auf die Kohlensäureentbindung ausüben; zugleich beweisen sie auch, dafs die Bildungswerkstätte der Quellen im vollständigsten Abschlufs von der äufsern Atmosphäre in der Tiefe existirt.

Wie sich also unter der Luftpumpe, durch die Verminderung des äufseren Drucks der Dampf aus der warmen Flüssigkeit leichter entbindet, so entwickelt sich hier, bei Abnahme der atmosphärischen Spannung, die Kohlensäure rascher und

lebhafter. Jede Aenderung des Barometerstandes um eine Linie mufs die Quelle um einen ganzen Zoll alteriren, so dafs die Schwankung in der Sprunghöhe des grofsen Sprudels allein durch den Wechsel des Barometerstandes einen ganzen Fufs betragen kann.

In dieser Aenderung, welche die Ergiebigkeit der Quellen durch die geringste Erhöhung des äufseren Drucks erfährt, liegt nun auch die grofse Schwierigkeit, die Kohlensäureexhalationen ihrer Gröfse nach zu bestimmen. Es ist daher mit Gewifsheit anzunehmen, dafs nach den Messungen an der früheren Quelle Nro. 5, bei welcher diese Quelle einer kleinen Pressung ausgesetzt werden mufste, die Menge der Kohlensäure um ein Bestimmtes zu gering ermittelt wurde.

Mit der Entbindung der Kohlensäure aus der Soole in der Tiefe steht noch eine andere Erscheinung im Zusammenhang, welche mehrere der Nauheimer Quellen darbieten. In Früherem wurde schon erwähnt, dafs der alte Sprudel, nachdem er erbohrt war, lange Zeit ein intermittirendes Verhalten beobachtete, welches später durch die Veränderung in seiner Verröhrung aufhörte. Ebenso zeigt der neue Trinkbrunnen ein intermittirendes stärkeres und schwächeres Aufquellen. Viel grofsartiger bietet aber diefs interessante Spiel der s. g. kleine intermittirende Sprudel, Quelle Nro. 11, in folgender Weise dar. Während 35 Minuten sprudelt sie ruhig über, indem sie den perlenden Soolstrom gleichmäfsig 2 Fufs über das Ende der Steigröhre treibt. Nach dieser Frist beginnt sie lebendiger zu werden, was sich in wenigen Secunden so steigert, dafs sie den ganzen Quellenschacht mit wogender und dampfender Soole erfüllt und ihren sprudelnden Inhalt bis zu einer Höhe von 18 bis 24 Fufs spritzt. Dieser, kaum 30 Secunden dauernden Eruption folgen oft einige Secunden der Ruhe, indem die Soole um einige Fufs in der Steigröhre sinkt, dann strömt sie wieder in früherer Weise gleichmäfsig über und wiederholt nach 5 Minuten das

eben beschriebene Spiel. Diese zweite Erschöpfung verlangt eine längere Ruhe, und so beginnt nach diesem Intervall die dritte Eruption erst nach 35 Minuten, und so fort.

Um die Ursachen dieser alternirenden Intermittenz verstehen zu können, ist es nöthig zu ermitteln, in welcher Tiefe die Kohlensäureentbindung zuerst beginnt.

Nach den Absorptionsversuchen von Dalton ist das Volumen, welches eine Flüssigkeit von einem Gase absorbirt, unter jedem Druck dasselbe, insofern nur die Temperatur ungeändert bleibt. In wie weit dieses Gesetz aber bei Erhöhung der Temperatur eine Modification erleidet, geht weder aus den Versuchen Dalton's, noch aus denen von Henry hervor. Die des letztern beweisen nur, dafs die Ansicht Dalton's, dafs bei allen Temperaturen das Volum des absorbirten Gases gleich sey, welches eine und dieselbe Gewichtsmenge Flüssigkeit bei constantem Druck aufnimmt, falsch ist.

Ich sah mich daher veranlafst, über diesen Gegenstand einige Versuche anzustellen. Da diese zunächst nur die Aufgabe hatten, die durch die Quelle Nro. 11 angeregte Frage zur Entscheidung zu bringen, so begnüge ich mich damit, hier nur vorläufig eine Versuchsreihe, ohne alle Correctionen für die Spannung des Wasserdampfes, anzugeben und behalte mir vor, diesen Gegenstand noch weiter auszuführen und die übrigen bis jetzt gewonnenen Resultate, sowie die Beschreibung der Apparate und der ganzen Methode in einer späteren Abhandlung ausführlicher mitzutheilen.

Die Versuche wurden so ausgeführt, dafs in einer starken Glasflasche, in der sich ein Manometer mit Millimetertheilung und ein Thermometer befanden, ganz luftfreies destillirtes Wasser in der Art mit 2 Volum Kohlensäure gesättigt wurde, dafs eine genau abgewogene Menge geschmolzenes kohlensaures Natron mit einer entsprechenden Menge reiner, ausgekochter Salzsäure diese Kohlensäure nach dem Verschlufs der Flasche

entwickelte. Da das hierdurch entstehende Chlornatrium noch nicht hinreichte, dem Wasser die Concentration zu geben, wie sie die Soole zeigt (2,80 pC.), so mufste noch die fehlende Menge geschmolzenes Kochsalz zugesetzt werden.

Nach 48 Stunden wurde die Flasche in einem grofsen Gefäfs mit Wasser allmählig von 0° bis zu 40° R. erwärmt und nach Erlangung einer constanten Temperatur das Manometer und Thermometer beobachtet. Um den Einflufs der Ausdehnung des Glases zu parallelisiren, war eine besondere Vorrichtung an der Fassung der Flasche angebracht.

Das bei 0° und 760^{mm} Barometerstand 90 Millimeter lange, durch Quecksilber abgesperrte Luftmanometer zeigte während der Versuche nachfolgenden Stand:

Temperatur der Flüssigkeit nach ° R.	Manometerstand	Entsprechender Druck in Atmosphären
bei 0	64	1,406
„ 2	59	1,526
„ 5	53	1,698
„ 9	47	1,897
„ 12	45	2,000
„ 15,5	40	2,250
„ 19	36	2,500
„ 25	31	2,857
„ 26	30	2,951
„ 27	29	3,051
„ 30	27	3,273

Aus dieser Tabelle geht hervor, dafs die Spannung der Kohlensäure incl. der Tension des Wasserdampfes bei der ungefähr 26° R. warmen Soolquelle 2,951 Atmosphären Druck beträgt. Die Kohlensäure wird daher nur so lange in Verbindung mit der Soole bleiben, als dieser Druck vollständig auf sie wirkt. Da nun eine Wassersäule von 32 pariser oder 36 Fufs hessisch gleich einem Atmosphärendruck ist, so kann in diesem

Falle die Kohlensäure aufser dem äufsern Luftdruck noch einer Wassersäule von circa 70 Fufs das Gleichgewicht halten. Die Kohlensäure würde daher auch erst 70 Fufs unter dem Niveau beginnen können, Gasgestalt anzunehmen, wenn die in den oberen Teufen des Bohrlochs befindliche Flüssigkeit die Dichtigkeit des reinen Wassers hätte. Ihre Dichtigkeit ist aber viel geringer, da sie aus einem Gemisch von Kohlensäure und Wasser besteht. Die Soole, wie sie dem Bohrloche entströmt, ist nach früheren Angaben ein inniges Gemenge von ungefähr gleichen Raumtheilen Wasser und Kohlensäure, mithin ihr spec. Gewicht nur 0,5, in der Tiefe von 70 Fufs ist diefs aber 1, woraus folgt, dafs die Wassersäule von dem Punkt an, wo die Kohlensäureentbindung aus der Soole beginnt, bis zu ihrem Ausflufs im Durchschnitt nur das spec. Gewicht von 0,7 besitzt. Es gehören also aufser dem Atmosphärendruck nicht nur 70, sondern ungefähr 100 Fufs dieses Gemenges dazu, um den berechneten hydrostatischen Druck hervorzubringen. In dieser Tiefe von circa 100 Fufs hat man also unstreitig den Beginn der Gasentwicklung in der fraglichen Quelle anzunehmen. Es fängt daher diese gerade an dem Punkt an, in welchem die Quelle in die 98 Fufs tiefe Verröhrung eintritt. Denken wir uns nun, dafs in den hier abgelagerten losen tertiären Massen um diesen untersten Theil der Röhre eine nur wenige Cubikfufs betragende Erweiterung oder Ausspülung existirt (Figur 2 der Tafel), wie solche durch das gewaltsame Einsenken der Röhren oder durch das Zusammenwirken der lösenden und mechanischen Kraft des Wassers allem Anschein nach herbeigeführt werden mufs, so sind alle Bedingungen erfüllt, um das beschriebene Phänomen zu veranlassen.

Nehmen wir zunächst an, die durch den Quellenstrang der Steigröhre zugeführte Soole erfülle alle Theile ihrer Leitung vollständig, so wird die an diesem Punkte sich noch schwach entwickelnde Kohlensäure sich nur sehr langsam in dem oberen

Theil dieser kleinen Erweiterung ansammeln. Sobald aber das Niveau des Wassers das Ende der Steigröhre erreicht hat, werden plötzlich aus diesem kleinen Reservoir in die Mündung der Röhre einige gröfsere, die Röhre ganz ausfüllende Gasblasen überströmen. Hierdurch wird sofort das hydrostatische Gleichgewicht gestört, indem die rasch aufsteigenden Gasmassen theils durch Verminderung des Drucks, theils durch die von der Soole fortwährend an sie ausgehauchte Kohlensäure sich schnell vergröfsern und bald einen beträchtlichen Theil der ganzen Steigröhre ausfüllen. Diese plötzliche Ausdehnung der 100 Fufs langen Wassersäule hat zur Folge, dafs die Soole mit aller Gewalt emporspritzt und das überraschendste und schönste Schauspiel darbietet, wie es eine moussirende Springquelle nur gewähren kann. Während dieser Eruption herrscht also in keinem Theil eine vermehrte Spannung, sondern im Gegentheil durch das ganze Quellensystem eine Verminderung des Drucks, demzufolge eine vorübergehende, aber sehr lebhafte Kohlensäureentwickelung in einer Tiefe beginnt, in welcher vor der Eruption auch noch nicht die geringste Entwickelung Statt finden konnte. Dieses veranlafst, dafs die aus dem kleinen, als Windkessel dienenden Gasreservoire während der Verminderung des Drucks entwichene Kohlensäure rasch ersetzt wird, und so kommt es, dafs jetzt dasselbe Spiel sich in viel kürzerer Zeit wiederholen kann. Während dieser zweiten Eruption kann aber die in der Tiefe unter dem Ende der Bohrröhre stattfindende Gasentbindung nicht dieselbe Lebhaftigkeit als während der Dauer der ersten zeigen, da in so kurzer Frist die nur zum kleinsten Theil erneuerte Soole schon einen zu grofsen Theil ihrer Kohlensäure ausgehaucht hat. Es bedarf also jetzt einer längeren Ruhe, bis diese erschöpfte Soole abgeflossen und durch frische ersetzt wird. Wir sehen, dafs es nur einer Gelegenheit bedarf, durch welche sich an irgend einer Stelle in

der Tiefe Gas ansammeln kann, um früher oder später eine solche Eruption herbeizuführen.

Des leichteren Verständnisses wegen haben wir um das untere Ende der Röhre einen kleinen Höhlenraum angenommen. Dieses bedarf es im vorliegenden Falle aber nicht, da die Ursache zuverlässig in der eigenthümlichen Verröhrung dieser Quelle selbst liegt.

Bei Erbohrung der Quelle hatte man zunächst 7zöllige, hölzerne Röhren eingesenkt; da diese sich aber als zu weit ergaben, indem die Soole aus dem früher mitgetheilten Grunde nicht von selbst überfloſs, so senkte man durch die weite hölzerne Verröhrung nur 4zöllige eiserne Röhren bis zur Tiefe von 97 Fuſs ein, und verschloſs den um die engeren eisernen Röhren bleibenden Zwischenraum an der oberen Mündung durch Holzverkeilung ziemlich dicht (siehe Figur 3 der Tafel). In diesem, zwischen der ganzen Röhre befindlichen Raum von circa 15 Cubikfuſs Inhalt muſste alsbald das Wasser durch das sich darin ansammelnde Gas verdrängt, und somit um die ganze Röhre ein förmlicher Windkessel von 97 Fuſs Höhe gebildet werden.

Die hier beschriebene Erscheinung der Quelle Nro. 11 hat, wie die dafür aufgestellte Erklärung zeigt, nach Bunsen's anziehenden Schilderungen und nach dessen ebenso einfacher, als geistreicher Erklärung, viel Aehnlichkeit mit dem imposanten Phänomen des groſsen Geisers auf Island.

Während in dem Geiser die Spannung des überheiſsen Wasserdampfes die Erscheinung einleitet, bewirkt sie in unserem Fall die viel gröſsere Spannung der Kohlensäure schon bei einer Temperatur von 30° C.

Was den geiserartigen Eruptionen unserer Quelle noch mehr Eigenthümlichkeit verleiht, ist das gänzliche Verschwinden dieser Erscheinung, sobald man eine kleine Veränderung in dem oberen Theil der Steigröhre vornimmt.

Die Eruptionen der Quelle waren für die Gasbäder ein grofser Uebelstand, auch befürchtete man, dafs diese gewaltsamen Störungen für die Existenz der ganzen Quelle gefährlich seyn könnten. Defshalb bemühte man sich lange, diese Erscheinung der Quelle zu nehmen, was endlich durch das Einhängen eines engen Blechrohrs vollständig gelang. Die vielen hierüber angestellten Versuche ergaben nachfolgende überraschende Resultate :

Weite der eingehängten Röhren in Fufsen	Länge der eingehängten Röhren in Fufsen	Ausflufsmenge in Cubikfufs in 24 Stunden	Verhalten der Quelle
0,25	27	24050	constant
»	17	25317	dito
»	11,75	26213	einzelne kleine Aufwallungen
»	6,75	27577	dito
»	3,3 *)	28691	mit Eruption
»	3,3	25734	constant
0,283	5,30	—	1 Stunde constant, dann Eruption
»	7,75	—	Eruption
»	10,25	27572	constant
0,3	10,25	27972	nach einigen periodischen Erhebungen constant.

Aus dieser Tabelle geht hervor :

1) dafs die Ausflufsmenge durch Verengung des oberen Theils der Steigröhren nach bestimmten Verhältnissen sehr bedeutend vermehrt wird;
2) dafs in den oberen 10 Fufs der Quelle die Kohlensäure lediglich als Movens wirkt;
3) dafs die Eruptionen ganz unabhängig sind von der Menge des ausfliefsenden Wassers;

*) Bei diesem fünften Versuch hatte sich ergeben, dafs die Soole aufser aus der oberen Mündung auch zwischen den Röhren aufstieg und oben durch den zahnförmigen Ausschnitt der eisernen Röhre ebenfalls abflofs, wefshalb solches bei dem sechsten Versuch verhindert wurde.

4) dass die Eruptionen allein durch den in der Steigröhre herrschenden Druck bedingt sind.

Diese 4 Punkte erklären sich so:

Durch das Einsenken einer engeren Röhre, oder, was dasselbe ist, durch Verengerung des oberen Theils der Steigröhre wird die sich entwickelnde Kohlensäure mehr zusammen gehalten und so in den Stand gesetzt, gröfsere Mengen Soole zwischen ihren Blasen mit in die Höhe zu schaffen. Geht jedoch die enge Röhre noch bis unter das Niveau, bis zu welchem der hydrostatische Druck die Soole hebt, so wird bei dem kleineren Querschnitt der Röhre die der Höhe zuströmende Soolmenge verringert, deshalb ist die Ausflufsmenge bei einem kürzeren Einsatzrohr gröfser, als bei einem langen von gleichem Durchmesser.

Da in sämmtlichen Versuchen bei Anwendung von 6 bis 10 Fufs langen Einsatzröhren das beste Resultat erzielt wurde, so mufs von dieser Tiefe an die gasförmige Kohlensäure allein als hebende Kraft wirken.

Durch die Einsatzröhren wird der ganze Druck der aufsteigenden Flüssigkeitssäule vermehrt, indem eine gröfsere Menge Flüssigkeit als vorher eine engere Röhre mit vermehrter Geschwindigkeit und bis zu gröfserer Höhe aufsteigt *). Lange Einsatzröhren vermehren deshalb den Druck stärker als kürzere. Dieser durch die Einsatzröhre vermehrte Druck ist bei einer gewissen Länge derselben hinreichend, die in der Tiefe von 98 Fufs beginnende Gasentwickelung zu unterdrücken, wodurch auch die Zufuhr an Kohlensäure in dem Zwischenraum der hölzernen und eisernen Röhren abgeschnitten und somit die Veranlassung der Eruptionen beseitigt ist.

*) Durch die Anwendung von Einsatzröhren vermehrt sich die Sprunghöhe von 2 auf 4 bis 4½ Fufs.

Da es mir hauptsächlich darauf ankam, das der Quelle so ganz eigenthümliche Alterniren der Intermittenz genügend zu erklären, so habe ich auch versucht, diese oben entwickelte Theorie dieses Phänomens experimentell zu beweisen, was durch Anwendung des in Figur 4 der Tafel abgebildeten Apparates vollständig gelang.

A ist ein grofser Säureballon von hellgrünem starkem Glas, welcher bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt ist und aufserdem 2 bis 3 Pfund Kreide in groben Stücken enthält. Auf dem Ballon befindet sich eine hölzerne Fassung B, durch welche die 4 Glasröhren a, b, c, d gehen, die, wie die Fassung selbst, mit Mineraltheer luftdicht verkittet sind. Auf der 1 Zoll weiten und 8 Fufs hohen Röhre a befindet sich das runde, 2½ Fufs im Durchmesser habende, flache Blechgefäfs C, welches die 2 Abgufsröhren c und e hat und durch die 3 Stützen des Stativs D getragen wird. Läfst man nun aus dem Gefäfs E, in welchem sich ganz verdünnte Salzsäure befindet, solche durch die Röhre b in den Ballon abfliefsen, so beginnt sofort eine starke Kohlensäureentwickelung, welche die Luft, die aus der kleinen offenen Röhre d entweicht, aus dem oberen Theil des Ballons rasch verdrängt. Schliefst man nach einiger Zeit die Röhre d, so drückt die sich entwickelnde Kohlensäure auf die Flüssigkeit und prefst diese, mit Kohlensäure geschwängert, in der Steigröhre a in die Höhe, bis sie endlich in C und von da durch e in F abfliefst.

Sobald der Stand der Flüssigkeit in A das Niveau der Steigröhre erreicht hat, sieht man einige grofse Glasblasen in a eintreten, und es erfolgt sofort eine ziemlich heftige Eruption, welche mehrere Secunden andauert und die stark moussirende Flüssigkeit 6 bis 9 Fufs in die Höhe spritzt. Während dieses Vorganges sieht man die vor der Eruption nur schwach perlende Flüssigkeit in A stark aufschäumen, und schnell einen grofsen Theil ihrer Kohlensäure aushauchen, wodurch schon wieder

nach einer Minute eine ähnliche Eruption erfolgt; alsdann dauert es aber gewöhnlich 10 Minuten, und so währt das Spiel fort, bis die Säure erschöpft ist, oder man deren Zufluſs unterbricht. Sobald die Flüssigkeit ordentlich mit Kohlensäure gesättigt und die Kohlensäureentwickelung in A recht lebhaft geworden ist, kann man das Gefäſs E entfernen und die in C austretende saure Flüssigkeit durch die bis dahin geschlossen gewesene Röhre c nach A wieder abflieſsen lassen, was dadurch möglich wird, daſs die ihrer Kohlensäure beraubte Flüssigkeit schwerer ist, als die mit Kohlensäure gemengte, wie sie in der Röhre a aufsteigt. Die Kohlensäure unterhält alsdann die Circulation im Apparate selbst so lange, bis ihre Entwickelung zu schwach wird.

Der Apparat giebt uns also alle Erscheinungen, wie sie uns die Quelle zeigt, treu wieder und liefert somit eine neue Stütze für die Haltbarkeit der für die Erscheinungen der besprochenen Quellen entwickelten Theorieen.

Schliefslich habe ich noch anzuführen, daſs ich mich bei vorstehender Untersuchung vielfach der Belehrung und der Unterstützung der Herren Ober-Salineninspectoren Schreiber und Ludwig und des Herrn Bergassessor Avenarius zu erfreuen hatte; namentlich muſs ich hervorheben, daſs Herr Ludwig mir aufs bereitwilligste die Beschreibung seiner nächstens erscheinenden werthvollen geognostischen Karte der Wetterau im Manuscript mitgetheilt hat, und daſs ich in dem geognostischen Theil der Abhandlung Mehreres daraus entlehnt habe. Ich fühle mich daher verpflichtet, den genannten Herren hiermit öffentlich meinen Dank auszusprechen.

Druck von Wilhelm Keller in Gießen.

Druck von Wilhelm Keller in Gießen.

Streitsätze.

I.

Die Soolquellen haben zu ihrer Bildung kein Salz führendes Gebirge nothwendig.

II.

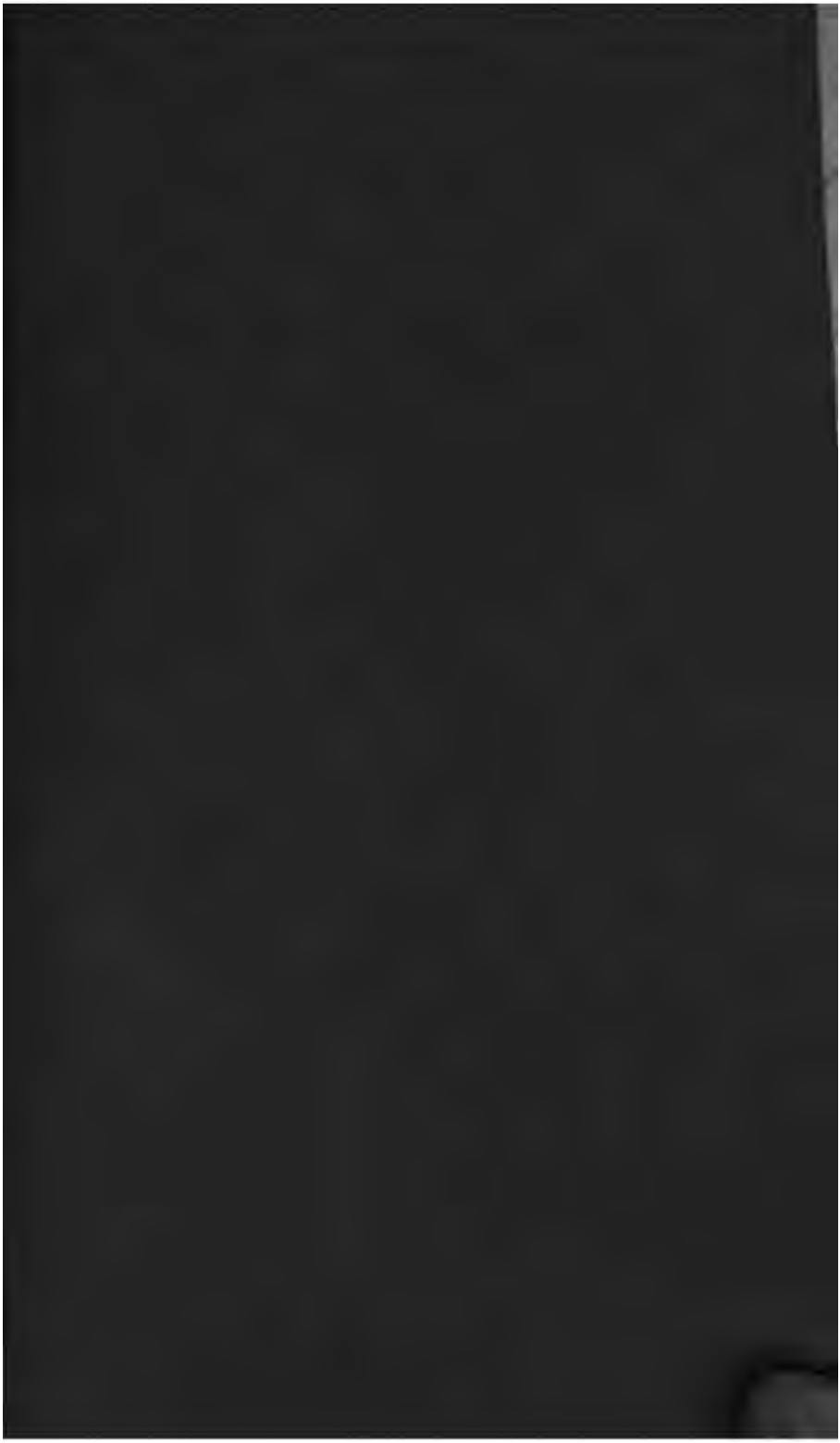
Die glimmerartigen Mineralien sind Umwandlungs-Produkte.

III.

Die Annahme von Sauerstoffsäuren ist unbegründet.

IV.

Sauerstoffhaltige Radicale existiren nicht.



553.7 .B868 C.1
Ueber aussere und innere Verha
Stanford University Libraries
3 6105 032 154 143

553.7
B868

676009